Linzer biol.Beitr.	8/1	95-133	21.3.1976

ZUR SPÄT- BIS MITTELPOSTGLAZIALEN VEGETATIONSGESCHICHTE DES NORDWESTLICHEN SALZKAMMERGUTES UND ALPENVORLANDES (ÖSTERREICH). MIT BERÜCKSICHTIGUNG DER PINUS-ARTEN

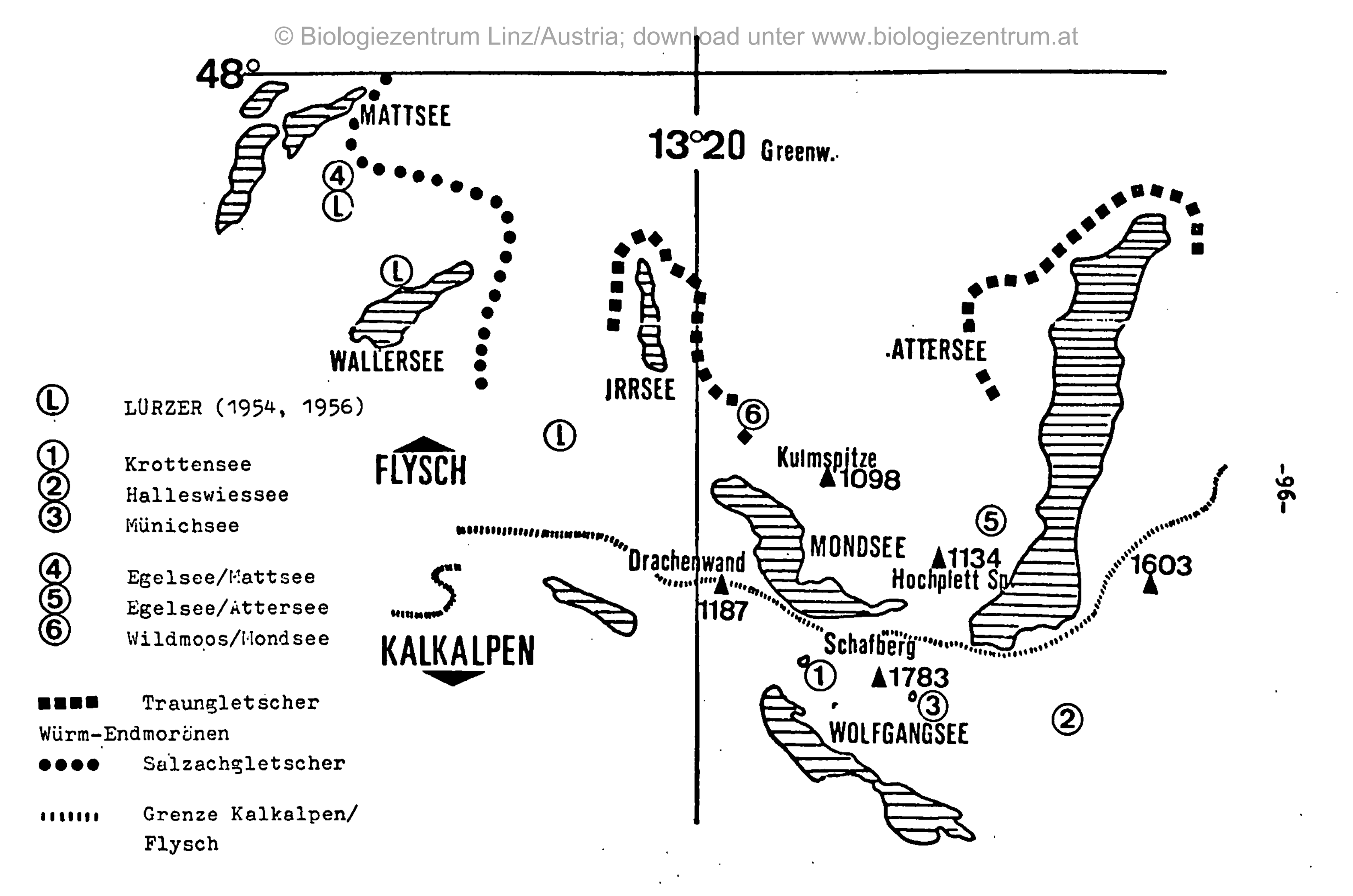
M. BOBEK und R. SCHMIDT, Wien

Abstract:

Cores of lake deposits from several altitudes in the Northern Limestone Alps and Flysch of the Salzkammergut were investigated palynologically. The late- and early postglacial vegetational history with special consideration of Pinus is presented.

Due to the climatic development the vegetation evolved from Pinus mugo TURRA to Pinus cembra L. and to Pinus sylvestris L. At the end of the Alleröd (II) Pinus cembra L. formed the timber line between 800-1000 m, above which a belt of Pinus mugo TURRA extended. The climatic fluctuations of the Younger Dryas (III) are shown more clearly in pollen-diagrams of areas, where the Pinus species (P. sylvestris L., P. cembra L., P. mugo TURRA) had their upper distribution limits. The immigration of Pinus sylvestris L. started in the Alleröd, its expansion took place in präboreal time. Because of the immigration of Picea and deciduous trees in Präboreal (IV) and their geographical and altitudinal distribution Pinus sylvestris L and subspecies (hybrids?) of Pinus mugo s.l. have withdrawn to places with less competition.

Inhalt:



48°
13°20 Greenw.
MATTSEE
WALLERSEE
JRRSEE
ATTERSEE
FLYSCH
KALKALPEN
Kulmspitze
1098
MONDSEE
1134
Hochplett Sp.
1603
Drachenwand
1187
Schafberg
1783
WOLFGANGSEE
(L) LÜRZER (1954, 1956)
(1) Krottensee
(2) Halleswiessee
(3) Münichsee
(4) Egelsee/Mattsee
(5) Egelsee/Attersee
(6) Wildmoos/Mondsee
Traungletscher
Würm-Endmoränen
Salzachgletscher
Grenze Kalkalpen/
Flysch

1. Einleitung - Kurze Charakteristik des Untersuchungsgebietes

Die Lage der untersuchten Objekte zusammen mit den großtektonischen Gegebenheiten und den Endmoränenkränzen des Salzach- und Traungletschers (WEINBERGER 1955; DEL NEGRO, EBERS & WEINBERGER 1966; KOHL & WEINBERGER 1968; DEL NEGRO 1969) sind der schematischen Skizze zu entnehmen.

Den sanften Geländeformen von Mittelgebirgscharakter der Flyschzone (Hochplettspitze 1134 m NN) steht die Überschiebungsstirn der Nördlichen Kalkalpen (Drachenwand/Mondsee 1187 m NN, Schafberg 1783 m NN, Plateauflächen des Höllengebirges um 1700-1800 m NN) mit stärkerer Reliefenergie gegenüber. Diese verhindert eine einheitliche Waldgrenze.

Die Flyschzone und die Nördlichen Kalkalpen, in Staulage dem wetterbestimmenden Westwindband ausgesetzt (häufige Bewölkung, niederschlagsreich: z.B. Mondsee, 493 m NN, Mittel 1901-1960: 1617 mm), können als subozeanisch getönter Klimabezirk bezeichnet werden. Doch wechselt das Niederschlagsangebot je nach Luv- oder Leelage auf engem Raum. Hinzu gesellt sich die das Lokalklima beeinflussende Wirkung der Seenplatte (Irrsee-Mondsee-Attersee; Wolfgangsee). Die Seebecken wurden in den pleistozänen Kaltzeiten vom westlichen Zweig des Traungletschers erfüllt, wobei sich dieser in vier Teiläste gabelte: Irrseebecken, Thalgauer Ast, Oberwanger Talung und Atterseebecken.

Entsprechend seiner klimatischen Position wird das Gebiet vom Abieti-Fagetum beherrscht (MAYER 1969, 1974).

2. Methodik

Die Gewinnung der Bohrkerne erfolgte mit einem auf dem Prinzip des Kullenberg-Schlammkolbenlotes bzw. Livingstone-sampler (LIVINGSTONE 1955) basierenden modifizierten Bohrgerät des Limnologischen Institutes Wien.

Einem Stahlmantel liegt innen ein durchsichtiges Plexirohr (Kerndurchmesser 35 mm, Länge 2500 mm) an, das zur Aufnahme des Sediments und zugleich als Führung für den Kolben dient.

Dessen Verriegelung wird mittels eines Seilzuges in der gewünschten Bohrtiefe ausgeklinkt, und mit einem Fallgewicht Stahlmantel + Plexirohr über den fixierten Kolben geschoben.

Das Bohrgerät erscheint für relativ kompakte Sedimente (z.B. Seesedimente) gut geeignet, nicht dagegen für wässrige Torfe (vergl. SCHNEIDER 1974). Durch die Kernlänge wird die bei Überlappung bzw. direktem Anschluß kürzerer cores vervielfachte Gefahrenquelle reduziert. Andererseits treten bei starkem Unterdruck sedimentabhängig Kernverluste auf.

Das Ziehen der Bohrkerne erfolgte jeweils im zentralen Seebereich, um ufernahen Hangrutschungen möglichst auszuweichen. Über weitere mögliche Fehlerquellen (z.B. Schlammströme, Grabtätigkeit benthischer Organismen, Wasserzirkulationen, Drift und selektive Sedimentation) vergleiche u.a. DAVIS (1968), DAVIS, BREWSTER & SUTHERLAND (1969).

In die mit Sediment gefüllten Plexirohre (Grobstartigraphie von außen sichtbar) wurden mit einem glühenden Stechrohr Löcher gestanzt, und die Proben entnommen. Eventuell durch Reibung verschleppte Randzonen sind zu entfernen. In organische Ablagerungen eingeschaltene minerogene Bänder ließen meist jedoch nur eine schwache konkave Deformierung erkennen, sodaß die Verschleppungszone auf den äußersten Kernmantel beschränkt ist.

Für den feinstratigraphischen Befund wurden die Rohre in Anschluß an die Probenentnahme angeschnitten, und mit einem Stahldraht in Halbschalen getrennt.

Die Aufbereitung der Proben ist nach KLAUS (1975) durchgeführt. Karbonatreiches Material wurde in üblicher Weise mit HCl, silikatisches mit kochender technischer HF entfernt.

Besonderes Augenmerk wurde bei der Analyse der Unterscheidung der Pinus-Arten (P. sylvestris L., P. mugo TURRA, P. cembra L.)

geschenkt, basierend auf den grundlegenden Arbeiten von KLAUS (1972, 1975) und JÄGER (1975), unterstützt durch rezentes Vergleichsmaterial aus dem Untersuchungsgebiet.

Für die Unterscheidung von P. cembra L. wurden reticulum-Merkmale (JÄGER 1975) und die distale intersaccate "makulate Ornamentation" (KLAUS 1975) herangezogen, die nach letzterem Autor in der erwähnten Ausbildung (vergl. dazu Tafel, Abb. 1a/b) der Sektion Haploxylon eigen ist. In der Paläarktis vertreten heute neben P. cembra L. die dieser nahestehende P. sibirica (RUPR.) MAYR sowie P. pumila (PALL.) REGEL. In Sibirien, P. excelsa (= griffithii MC CLELL.) aus dem Himalaya und P. peuce GRISEB. aus dem Balkan die Sektion Haploxylon (GAUSSEN 1960; CRITCHFIELD & LITTLE 1966). Auch aus aktualistischen Erwägungen kommt für das Spätglazial im weiteren Untersuchungsgebiet wohl nur P. cembra L. in Frage. Vom Alpenraum isolierte Areale treten noch in der Hohen Tatra und im rumänischen Karpathenbogen auf.

Was die Erfassung des P. mugo-Komplexes (HOLUBIČKOVA 1965) anlangt, ist zu berücksichtigen, daß KLAUS (1972) ostalpine Rassen (Gliederung nach Blütenstandsmerkmalen) der "grex prostrata" = P. mugo TURRA s.str. (verg. MERXMÜLLER 1952; EHRENDORFER 1973) pollenmorphologisch untersuchte. Die in den Pyräneen und Westalpen weitverbreitete P. uncinata MILL. ex MIRB. s.str. (EHRENDORFER 1973) erreicht das Salzkammergut nicht mehr. Ihre östlichsten isolierten Vorkommen liegen heute nach MAYER, SCHLESINGER & THIELE (1967) im Wimbachgries in den Berchtesgadener Kalkalpen.

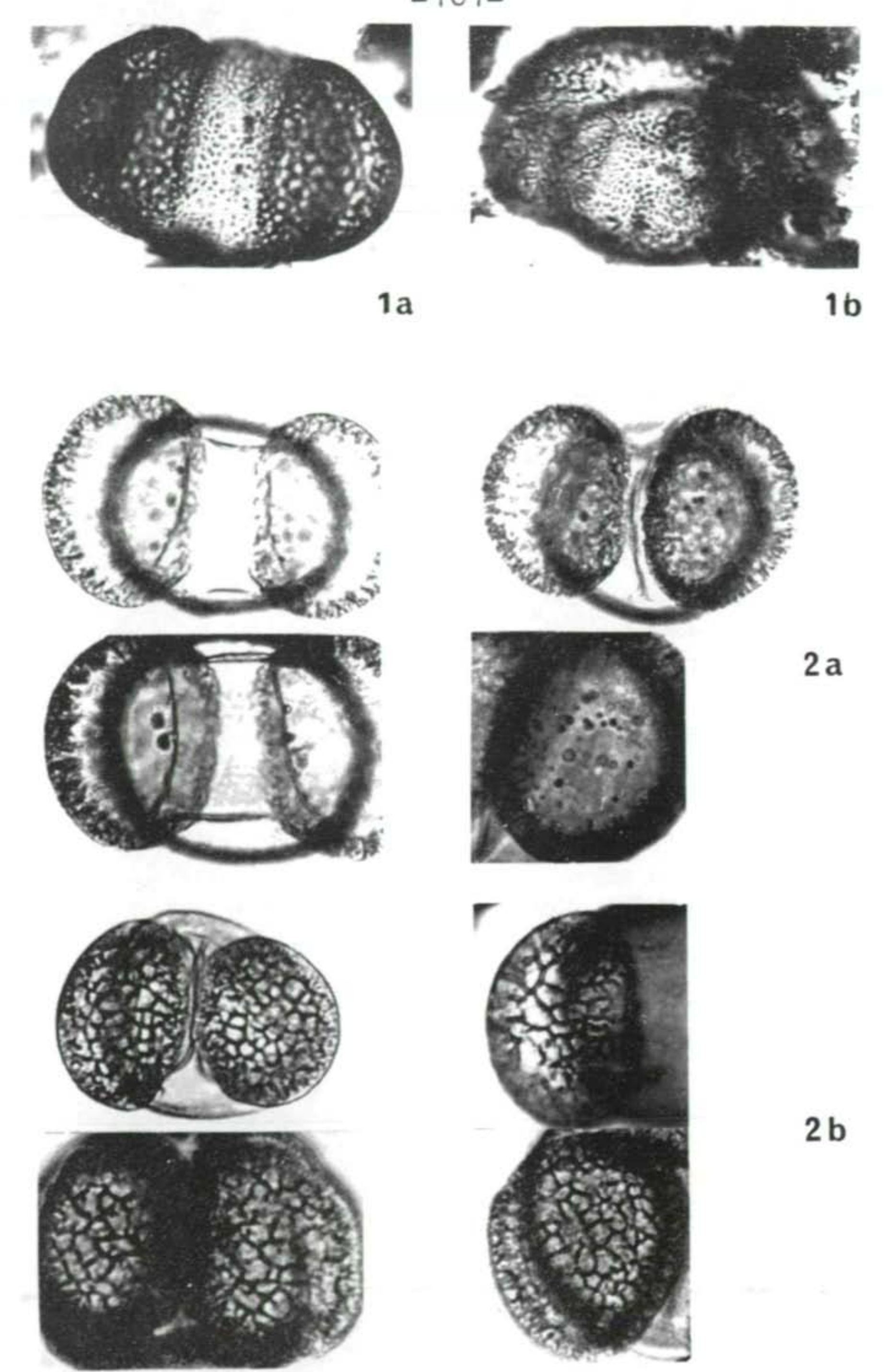
Durch die arealgeographischen, die vermutlich engeren genetischen Bindungen und, damit verbunden, die nicht unüberwindlichen Kreuzungsbarrieren ("genetische Plastizität": MERXMÜLLER 1952; vergl. dazu EHRENDORFER 1962) tritt innerhalb der Diploxylon-Gruppe P. sylvestris L., P. uncinata MILL. ex MIRB. und P. mugo TURRA vermutlich Hybridisierung auf (vergl. GAUSSEN 1960; MIROV 1967; EHRENDORFER 1973). Diese findet ihren Niederschlag in taxonomischer Unsicherheit.

Damit existieren aber auch pollenmorphologisch neben einer spezifischen Variationsbreite ("Typusspektrum") intermediäre

Formen. Wie KLAUS (1975) für die Bestimmung von Pinus-Taxa betont, kann nur die Berücksichtigung von Merkmalskombinationen zum Ziele führen.

Aus all diesen Gründen wurde im Profil Wildmoos/Mondsee zur Abschätzung der Merkmalsbreite eine Aufschlüsselung des P. mugo-Komplexes (termini siehe KLAUS 1975) vorgenommen:

1) Weiß-gelb blühende Rasse nach KLAUS 1972 (pp. 110-112).
2) An Rezentmaterial vom Dachstein Nordabfall (1600 m NN, Untergrenze des P. mugo-Gürtels, Kontaktzone mit der Zirbe im Waldgrenzbereich) bzw. Warscheneck (entsprechende Lage) fanden sich an ebenfalls weiß-gelb blühenden Legföhren (gestreckte Blühtenstandsachse) Pollenformen mit abweichender Merkmalsbildung:
   Die subsaccalen nodula waren im Vergleich zu ersterem Typ auffallend derb (Abb. 2a). Neben wenigen großen runden bis ovalen kann eine wechselnde Zahl meist dezentral angeordneter feinerer hinzutreten.
   Saccus-reticulum: Die reticulum-Dicke ist gering, sodaß meist nur eine optische Schärfentiefenebene möglich erschien. Das reticulum dieser Schnittebene ist vorwiegend weitlumig und bildet geschlossene Polygone. Die muri sind ± gerade ohne Knötchenbildung (vergl. im Gegensatz dazu P. sylvestris L.:KLAUS 1972 pp. 108-110, sowie P. uncinata MILL. ex MIRB.) und im Verhältnis zu den lumina schmal (Abb.2b). Vielfach wiesen die lumina "Zwischenpunktierung" (=Zwischenfelderung bei stärkerer Auflösung) auf.
   Bei kontrastreicher Bräunung der PK zeigte sich vielfach eine fleckige intersaccate Distalornamentation (Ektexine?).
3) In diesem Komplex sind schließlich alle P. mugo-reticulum-Typen vereint, die eindeutige Stäbchennodula aufwiesen, wie sie vor allem den rot- und rotviolettblühenden ostalpinen Rassen von P. mugo TURRA der Untersuchungen von KLAUS zukommen. Die gleitende Merkmalsbildung sollen die strichliert abgetrennten Zonen ausdrücken, wo neben Stäbchen einerseits feine rundliche nodula (KLAUS 1972 pp. 112-114), andererseits derbe hinzutreten, also zu 1 und 2 überleiten.


1a
1b
2a
2b

In vielen Fällen erlaubt der Erhaltungszustand der PK eine genaue Ansprache der saccus-reticulum-Merkmale nach KLAUS nicht. Zu beachten ist ferner, daß auf Grund verschiedener Dicke der Exinestrukturen die PK unterschiedlich korrodiert und kenntlich sein können. Demnach ist ein dem Hauptdiagramm zur Seite gestellten Pinus-Konkurrenzdiagramm (Pinus = 100%) eine Spalte Indeterminate beigefügt (KLAUS 1972b, Profil Matzendorf), die den Unsicherheitsfaktor wiedergibt (NA = nicht auswertbar oder Indeterminatenzahl größer 50%). Aus diesen Gründen muß vermerkt werden, daß es sich im Konkurrenzdiagramm um Trendwerte handelt, die jedoch wesentliche Anhaltspunkte für die Interpretation und Einstufung im Spätglazial liefern können. Die mit großer Sicherheit abgrenzbare P. cembra L. ist auch im Hauptdiagramm dargestellt.

Die Diagramme sind als Gesamtpollendiagramme (BP + NBP = 100%) berechnet. Nur die Farne und Wasserpflanzen sind aus dieser Summe herausgenommen bzw. darauf bezogen.

Weiß gehaltene Kurven entsprechen in der Darstellung Promille-schwarze dagegen Prozentwerten. In Zonen geringer Pollendichte des Profils Halleswiessee, die durch horizontale Linien begrenzt sind, sind die NBP-Funde nur symbolisch ohne nähere Wertangabe mit schwarzen Dreiecken dargestellt.

Als Indikatoren für Erosion und Umlagerung fanden in den Profilen Halleswiessee und Münichsee die präquartären, vorwiegend mesozoischen, Sporomorphen Beachtung (KLAUS 1967, 1972b). Die Berechnung und Darstellung des Kurvenwertes ("Q") erfolgte als Quotient Pollensumme gleichzeitig ausgezählte umgelagerte Sporomorphen (=Prozentanteil bezogen auf die Pollensumme; Verflechtung der Faktoren: Vegetationsdichte-Pollendichte-Erosion-Sedimentationsgeschwindigkeit). Die Werte sind ferner stark systemabhängig, d.h. vom sporenliefernden Muttergestein (Schafbergdecke mit jurassischen Sedimenten: PLÖCHINGER 1973) und von der Transportleistung der Zubringer (vergl. dazu KORDE 1959).

Im Höhenprofil Münichsee wurde innerhalb der föhrenzeitlichen Abschnitte die Pinuspollendichte/Volumsprozent (ccm) (vergl. KLAUS 1967) bestimmt, um eventuell weitere Anhaltspunkte über Bestockungsdichte bzw. Blühintensität von Pinus zu erhalten. Mögliche Fehlerquellen liegen dabei in einer inkonstanten

Sedimentationsrate (minerogen).

Da keine 14C-Daten vorliegen - die organische Sedimentation setzte in den meisten Fällen erst im Präboreal ein - erfolgte eine Gliederung in Diagrammabschnitte (=DA). Die spät- und früh-postglazialen Abschnitte wurden den FIRBAS-Zonen zugeordnet (Älteste Dryas: Ia; Bölling: Ib; Ältere Dryas: Ic; Alleröd: II; Jüngere Dryas: III; Präboreal: IV; Zeitskala vergl. u.a. PATZELT BORTENSCHLAGER 1973, p. 58, tab. 3).

3. Oberflächenproben

Die heutige Verbreitung von P. cembra L. umfaßt neben ihrem zentralalpinen Häufungszentrum auch Areale in den Nördlichen Kalkalpen (Nordtiroler Kalkalpen bis Gesäuseberge: Vergl. GAMS 1931/1932, 1958; SCHIECHTL in NICKLFELD 1973; MAYER 1974). Die Betonung liegt hier im Rand-Zwischenalpenbereich mit größeren Massenerhebungen. In schneereichem Gebiete erscheint P. cembra durch Schneeschütte-Pilze (Phacidium infestans, Lophodermium pinicolum und Herbotrichia nigra) gefährdet.

Während die Zirbe heute in den Außenzonen des Salzkammergutes (Schafberg, Höllengebirge, Traunstein, Sengsengebirge) fehlt, bildet sie am Nordabfall des Dachsteins, in den Südabbrüchen des Toten Gebirges und am Warscheneck zusammen mit der Lärche (Karbonoat-Lärchen-Zirbenwald: MAYER 1974) die Waldgrenze. Es handelt sich um eine Zone gehäuften Zirben-Lärchen-Vorkommens im Kontaktbereich einerseits der Fichte, andererseits der Legföhren (Dachstein ca. 1500-1650 m). Darüber folgt ein P. mugo-Gürtel, dem die Zirbe nur mehr lokalklimatisch-edaphisch begünstigt, inselartig beigemengt ist (Baumgrenze am Dachsteinplateau bei ca. 1900/2000 m NN).

Zur Beurteilung von Spektren aus dem Spätglazial wurden Oberflächenproben (vergl. KRAL u. d. zit. Lit.) vom Dachstein-Nordabfall bzw. vom Warscheneck (Frauenkar) aufgesammelt. Die Erhaltung der PK der hauptsächlich aus feuchten Humus (Hu) in Dolinen bzw. Moospolstern (Mo) gewonnenen Proben war in vielen Fällen für eine nähere Beurteilung der Pinus-Spezies ungeeignet. Da für den Dachstein von KRAL (1971) eine ausführliche Behandlung der Beziehung aktuelle Bestockungsverhältnisse/

subrezente Pollenspektren aus den einzelnen Höhenstufen vorliegt, erfolgte eine Beschränkung auf den Pinusartenanteil. Innerhalb des P. mugo-Komplexes ist der Prozentanteil der "derb-nodulaten Form" sowie der Mischform dazu (vergl. Kap.2 bzw. Abb. 2) beigefügt.

I) Waldgrenzbereich

	P. cembra	P. mugo	P. sylv. Fernflug	Indet.	P. mugo Formen	
Warscheneck 1600 m (Hu)	35,42	25,76	8,42	30,4	43	31
	50,89					
detto (Mo)	22,5	39,0	7,0	31,5	48	15
	32,60					
Dachstein 1620 m (Hu)	37,0	18,0	8.0	37,0	59	36
	58,73					

II) P. mugo-Gürtel

	P. cembra	P. mugo	P. sylv. Fernflug	%	P. mugo Formen	
Dachstein Gjaidalm (Hu) 17[illegible] m	59,0	31,0	3,0	7,0	30	9
	63,44					
Dachstein Kot[illegible] 1820 m (Hu)	52,0	30,0	10,0	8,0	13	26
	56,32					

Trotz der ungenügenden Probenzahl fällt folgendes auf: Innerhalb des Waldgrenzbereiches erscheinen die Zirbenwerte im Spektrum unter dem tatsächlichen Bestandesanteil zu liegen oder entsprechen diesem. In den Proben dieser Zone dominieren in der Merkmalsbildung die beiden oben erwähnten P. mugo-Formen. Knapp außerhalb des Waldgrenzbereiches am Dachstein Plateau mit nur mehr zerstreuten Zirben innerhalb des P. mugo-Gürtels ist der Zirbenanteil im Verhältnis zur Bestockung stark erhöht, ja er übertrifft sogar die Werte vom Waldgrenzbereich. Dies fügt sich in das schon von AARIO (1940), FIRBAS (1949) und WELTEN (1950) im wesentlichen entworfene Bild, daß der BP-Nahflug aus dem Waldgrenzbereich die Werte im waldfreien Gebiet überlagert (KRAL 1971, Gjaidalm/Dachstein: Picea 34%, Corylus 6%; vergl. auch P. sylvestris-Fernflugwerte). Bei Moos- und Roh-

humusproben ist ferner zu beachten, daß die Proben eventuell nur eine geringe Zeitspanne der Pollensedimentation beinhalten (in fossilen Proben wohl Mischwerte über zumindest mehrere Dezennien) und innerhalb dieser das Blühverhalten (vergl. BORTENSCHLAGER 1970) der Zirbe und der Legföhren unbekannt ist. In klimatisch ungünstigen Sommern, z.B. mit lang anhaltender Schneedecke, gelangen P. mugo-Rassen im Kampfgürtel nicht zur Blühte.

4) Gedanken zur Interpretation der Pollendiagramme

Das Einzugsgebiet von Pollenspektren im Gebirge umfaßt meist einen Sektor ökologisch divergierender Parameter aus verschiedenen Höhenstufen (z.B. P. mugo-Rassen, P. cembra, Picea). Die für die einzelnen Holzgewächse unterschiedliche Reaktion im vegetativen Bereich auf Klimastreß (u.a. PISEK & LARCHER 1954; HOLTMEIER 1971; BAIG, TRANQUILLINI & HAVRANEK 1974) determiniert neben deren Verbreitungsgrenze (TRANQUILLINI 1967) auch weitgehend ihr Blühverhalten. Die "relative Pollenproduktivität", d.h. jene der Taxa im Verhältnis zueinander unter bestimmten klimatischen Bedingungen, ist noch weitgehend unbekannt. Daraus resultieren Schwierigkeiten bei der Beurteilung von statistisch-gewonnenen Kurvenverläufen in Pollendiagrammen. Sind auch die schwankenden Werte in vielen Fällen ein Hinweis auf eine Klimabeeinflussung, erscheint andererseits trotz nivellierender Durchschnittswerte in Fossilproben ein Entscheid zwischen tatsächlichen Arealveränderungen und fiktiven (z.B. Verschiebung von "Blühgürteln") nicht immer möglich. In diesem Zusammenhang kommt dem erfaßten Sedimentationszeitraum Bedeutung zu (minerogene Sedimente!).

Auf die Beeinflussung des Pollenniederschlages im Gebirge durch meist reliefbedingte Windsysteme wurde schon des öfteren hingewiesen (u.a. WELTEN 1950; ZOLLER 1960; KRAL 1971; JOCHIMSEN 1972). Hinzu tritt, daß die hohe Reliefenergie im Kalkalpin zu einer starken Verzahnung der einzelnen Vegetationseinheiten führt.

5. Profile aus den nördlichen Kalkrandalpen

5.1. Krottensee/St. Gilgen (572 m NN)

Der See (ca. 31 m Tiefe) liegt nach PLÖCHINGER (1973) in einer wohl primär tektonisch (Ausstrich der Grünseescherfläche) und gesteinsbedingten (hauptsächlich Liasfleckenmergel) Senke knapp unterhalbdes Scharflinger Passes, der das Mondseebecken mit dem des Wolfgangsees verbindet. Nach PENCK & BRÜCKNER (1909) wurde der Sattel im Hochwürm vom Eis aus dem Wolfgangseeteilast des Traungletschers überflossen. Zur glazialmorphologischen Situation vergleiche weiters WICHE (1963).

Im Präboreal setzte nach LÖFFLER (im Druck) im Krottensee wahrscheinlich Meromixis ein, eventuell mit einzelnen Unterbrechungen.

Bäche münden heute einerseits im Westen über einen Verlandungsbereich, andererseits im Osten über einen Schotterkegel mit periodischer Wasserführung.

In der Umgebung dominiert die Buche. Hinzu gesellen sich die Tanne, Eibe, Fichte, und im Schlucht-und Bergwald der Bergahorn.

5.2. Halleswiespolje (781 m NN)

Eine monographische Studie liegt von MÜLLER (1972) vor. Die für das Verständnis dieser Arbeit notwendigen Angaben sind zusammen mit einer Skizze dieser Studie entnommen.

Es handelt sich um eine Karsthohlform (Platten- und Dachsteinkalke) vom Charakter eines Poljes. Der eigentliche Halleswiessee (Tiefe 4,1 m) wird durch eine flache Schwelle vom westlichen Teilbecken getrennt. Dieses, heute mit Sediment erfüllt, wird von einem mäandrierenden Bach durchflossen und periodisch überflutet (Flachmoor). Die Entwässerung des Poljes erfolgt durch ein Ponore. Bei Hochwasser - MÜLLER erwähnt ein solches vom 31. 7. 1968 - wird die gesamte Senke inklusive des eigentlichen Sees von einer einheitlichen Wasserfläche eingenommen.

Es wurden sowohl im Halleswiessee als auch im Westbecken (Profil Doline) jeweils ein Profil erbohrt. Letzteres sollte Auskunft über etwaige Seespiegelstände und Einschwemmungsphasen bringen, die möglicherweise mit dem Seeprofil korel-

lierbar sind. Der heutigen Situation mit wechselnder Überflutung und Austrocknung war hier mit Schichtlücken zu rechnen.

Moränenreste (MÜLLER 1972) sind ein Hinweis, daß das Polje im Hochwürm vom Eis des Traungletschers erreicht wurde.

5.3. Münichsee (1262 m NN)

Auch dieser See - erbohrt bei Isobathe 21 m - dürfte primär seine Entstehung der Gesteinsbeschaffenheit (Jurakalke über Hauptdolomit) verdanken, und ohne oberirdischen Zu- und Abfluß (Quellhorizont): den Dolinenseetypus verkörpern. Er liegt mit zwei weiteren kleinen Lacken (Mitter See und Suissensee) karartig im Gipfelaufbau des Schafberges über der pleistozänen Schliffgrenze.

Bergahorn, Fichte, Tanne und Buche (z. T. in Strauchform!) bestimmen das Waldbild.

5.4. Spätglaziale Vegetationsentwicklung

Älteste Dryas (Ia; DA k-i)

Im Profil Halleswiessee wurde im DA k ein Abschnitt erfaßt, der sich durch hohe NBP-Werte und geringe Pollendichte (es mußten meist mehrere Präparate ausgezählt werden) auszeichnet. Mit der vermutlich wechselnden Sedimentationsgeschwindigkeit dürften auch Schwankungen in der Pollendichte und Umlagerung verknüpft sein. Windblütige, wie Artemisia, Gramineae, Cyperaceae und Chenopodiaceae dominieren. PK von Ephedra distachya und seltener vom fragilis-Typ treten hinzu. Es handelt sich wahrscheinlich um Pionier- (Apokraten: 1 PK von Xanthium; ZOLLER 1960; ZOLLER & KLEIBER 1971; SCHMIDT 1975) -gesellschaften.

Der folgende DA j hebt sich durch seine Pollendichte vom liegenden ab. Pinus erreicht Werte um 30%. Zwei korrodierte Spaltöffnungen konnten aufgefunden werden. Während die Pinuskurve im älteren Abschnitt eindeutig von P. mugo dominiert wird (Betula um 10%), steigt nun der P. cembra-Anteil stetig an, um gegen Ende DA j beinahe mit P. mugo gleichzuziehen. Ist auch ein Großteil von Pinus vermutlich auf Fernflug zurückzuführen, so läßt dieser Abschnitt schon eine Entwicklung anklingen, wie sie in der Folge im Bereich Ältere Dryas/Alleröd verwirklicht wurde.

Auf diesen Abschnitt erster Konsolidierung alpiner Vegetation (hohe Typenzahl, Vertreter von Hochstauden) folgt erneut ein regressiver Abschnitt (DA i), der von der Strauchphase des Bölling-Interstadials gefolgt wird.

Eine ähnliche Entwicklung läßt auch das Profil Krottensee erkennen. An der Basis (DA j) wurde ein Abschnitt mit erhöhtem Pinusanteil (30%) erfaßt. Auffällig ist hier das abrupte Aussetzten der hohen Selaginella-Werte ("Waldgrenzzeiger": WELTEN 1950), die in der Folge die DA bis zur Älteren Dryas prägen.

Auf Grund mehrerer 14C-Daten (das älteste einer Serie ergab ein Alter von 13860 ∓ 200 abs.) aus Profilen des Schweizer Voralpenlandes grenzt WELTEN (1972) innerhalb der Ältesten Dryas eine Pionier- gegen eine ausgeglichenere Dauerphase (Gramineen-Ephedra-Spätglazialsteppe = "Murifeld-Steppenphase") mit etwa 12200 B.C. ab.

In diesem Zusammenhang sei auf die charakteristischen hohen Helianthemum-Werte der ausklingenden Ältesten Dryas der Flyschzonenprofile hingewiesen.

SCHMEIDL (1971), westliches Salzachgebiet) und RAUSCH (1973, Inn/Chiemseegebiet) erhielten innerhalb der Ältesten Dryas ebenfalls einen Abschnitt mit schwach erhöhten Pinus-Werten (um die 30%-Marke). Es werden drei Möglichkeiten der Interpretation diskutiert:

1) Klimaregression. Offene Vegetation. Pinusfernflug übertönt die Pollenproduktion der Lokalvegetation.
2) Folge stärkerer Umlagerung.
3) Regionaler Vorstoß von P. mugo.

Weitere Profile aus den nordöstlichen Kalkvoralpen (Erlaufsee, Hechtensee, Lunzer Obersee; BOBEK, Diss. in Vorber.) zeigen im entsprechenden Abschnitt eine dem Halleswiessee ähnliche Entwicklung.

Betrachtet man Diagramme von der Alpensüdseite, so fallen vielfach pinusreichere Abschnitte innerhalb der Ältesten Dryas auf (u.a. ZOLLER 1960, BEUG 1964, BERTOLDI 1968, GRÜGER 1968, SCHMIDT 1975). Die Interpretation der meist pollenarmen Sedimente ist jedoch wegen der Gefahr der Umlagerung schwierig.

Abgesehen vom Alpenraum zeichnen sich weltweit Ansätze

einer präböllingzeitlichen Klimabesserung (im Intervall 13000 - 15000 B.P.) ab MÖRNER 1971, 1972).

Bölling (Ib; DA h)

Die Vegetationsentwicklung im Bölling-Interstadial geht sowohl am Krottensee als auch am Halleswiessee über eine wohl auch edaphisch mitbedingte Strauchphase (Salix-Juniperus-Hippophae-vereinzelt P. mugo) nicht hinaus. Wie laufende unveröff. Untersuchungen (Gebiet Aussee/Steir. Salzkammergut) zeigen, hebt sich diese Warmphase in ca. 800 m in Annäherung an das Vergletscherungszentrum Dachstein nur mehr schwach oder kaum mehr vom Komplex Ältere Dryas/Älteste Dryas ab.

Dagegen verweisen 14C-datierte Profile aus dem inneralpinen Inngebiet und dem Kitzbühler Raum (I.&S. BORTENSCHLAGER, freundl Mitt.) zumindest für die Tallagen den Anstieg der Pinuskurve auf ca. 13000-12500 B.P. (Bölling). Die Ältere Dryas hebt sich dabei im Diagrammbild ohne Unterscheidung der Pinusarten nur ungenügend vom Bölling-Interstadial bzw. Alleröd ab. Es scheinen also analoge Verhältnisse gegeben, wie wir sie bei Behandlung der Flyschzonenprofile antreffen werden.

Ältere Dryas (Ic; DA g)

Am Halleswiessee, also in ca. 800 m NN, treten durch ein erneutes Absinken der Vegetationsgürtel die NBP wieder in den Vordergrund. Eine Verstärkung der Wirkung der Klimaregression durch die Beckenlage wäre denkbar. Die Pollendichte ist in diesem Abschnitt höher als in den begrenzenden Strauchphasen des Bölling-Interstadials und Alleröd (Phase der Stagnation/ Recession gegenüber der Progression). Die böllingzeitliche Strauchentwicklung ist als ein Emportasten der Vegetationsgürtel zu werten, das in der Höhenlage des Halleswiessees nochmals unterbrochen wird.

Betrachtet man dagegen die Vegetationsentwicklung am Krottensee, so fällt auf, daß die ausgeprägte Strauchentwicklung ohne nennenswertenNBP-Rückschlag zum Pinusanstieg des Alleröd überleitet (Selaginella-Werte!)

Alleröd (II; DA f)

Die ansetzende Ausbildung eines P. mugo-Gürtels (sprunghafter Anstieg der Pinuskurve) kann in allen drei untersuchten Profilen

der Kalkrandalpen in das Alleröd verlegt werden. Zu beachten ist ferner, daß dieser erst mit einer zeitlichen Verzögerung, wahrscheinlich erst im jüngeren Alleröd, den Höhenbereich des Münichsees (1262 m NN) erreichte. Im Vergleich mit dem Diagramm Halleswiessee scheidet hier eine zeitliche Zuordnung zum Bölling-Interstadial aus. Diese Warmphase zeichnet sich in dieser Höhenlage im Diagrammbild kaum mehr ab. Die Pollendichte sinkt in 570 cm unter die Schwelle der Auswertbarkeit. Bei 640 cm Tiefe schalten sich sandige Lagen ein.

Der Abschnitt Ältere Dryas/Alleröd zeigt im Diagrammbild des Halleswiessees deutlich die Successionsdynamik:

1) Anheben der Typenzahl der NBP. Hochstauden
2) Juniperus-Strauchphase
3) P. mugo Ausbreitung
4) Nachrücken der Zirbe

Mit dem Anheben der Vegetationsgürtel im jüngeren Alleröd erreichen die Zirbenwerte am Halleswiessee einen ersten Höhepunkt. Bei Vergleich mit dem Pollenspektren der Oberflächenproben vom Dachstein und Warscheneck wird im Höhengürtel gehäufter Zirbenvorkommen (aktueller Waldgrenzbereich) ein ähnlicher Zirbenanteil erreicht. Die Werte vom Münichsee weisen schon auf eine Höhenstufe abseits des Einflußbereiches überbetonten Nahfluganteils (vergl. Kap. 3). Es liegt also nahe, im jüngeren Alleröd die P. cembra/mugo-Kontaktzone am Schafberg etwa zwischen 800 und 1000 m zu suchen (reliefabhängig), und darüber,ähnlich wie Dachstein, einen P. mugo-Gürtel (mit vereinzelt Zirbe?). Zu bedenken ist, ob nicht der relativ geringe Zeitraum des klimatisch ebenfalls inhomogenen Alleröd (WELTEN 1972), eine noch stärkere Betonung edaphischer Verhältnisse (Zirbe Rohhumuskeimer!), sowie die Reliefenergie, zu einem Standortmosaik der Zirbe geführt hat.

Eine größere Bestockungsdichte mit P. mugo dürfte in der Höhenlage des Münichsees vermutlich erst gegen Ende Alleröd erreicht worden sein. Dafür spricht, daß die Succession über eine Juniperus-Strauchphase zu Betula führt, ehe erst die Ablöse durch P. mugo erfolgte.

Jüngere Dryas (II; DA e)
In der Folge zeichnet sich im Diagramm Halleswiessee ein durch eine Interphase mit den höchsten Pinuswerten gegliedeter NBP-Komplex ab, der die Klimaregressionen der Jüngeren Dryas widerspiegelt. Wesentlich dürfte dabei sein:

1) Es handelt sich um eine mehrphasige Kaltzeit (WELTEN 1952, 1972; MARKGRAF 1969).
   Der Pinusgipfel der Interphase ist wohl als stärkere Blühperiode infolge klimatischer Gunst zu werten. Neben 14C-Daten wird eine solche (z.T. mit ersten Pollenspuren anspruchsvollerer Gehölze im Tessin) von den Verfechtern der im Sinne von ZOLLER (1960) in das Präboreal zu stellenden Piottino-Schwankung ins Treffen geführt (ZOLLER & KLEIBER 1971; ZOLLER, MÜLLER & KLEIBER 1972; MÜLLER 1972). Da aber gerade 14C-Daten im Grenzbereich Jüngere Dryas/Präboreal mit methodischen Fehlern behaftet sein könnten (HEITZ 1975), erscheint eine Zuordnung der Piottino-Schwankung zur Jüngeren Dryas (vergl. LANG 1961; PATZELT 1972), konkret zur jüngeren Klimaregression derselben, nicht ausgeschlossen.
   Andererseits ist anzunehmen, daß sich dieser NBP-reiche Abschnitt der Jüngeren Dryas in Profilen aus entsprechender Höhenlage bzw. lokal durchaus in das Präboreal zu ziehen vermag (WELTEN 1958).
   Weiters dürfte auch das Präboreal Klimaschwankungen aufweisen (FRITZ 1969: "Lengholzschwankungen"; PATZELT & BORTENSCHLAGER 1973: "Schlatenschwankung", 9500 ∓ 200 B.P), die jedoch nach letzteren Autoren auf Grund der Ausprägung und der glaziologischen Befunde in den Ostalpen nicht ident mit "Piottino" sensu ZOLLER (1960; bzw. ZOLLER, SCHINDLER & RÖTHLISBERGER 1966) wären.
   In unserem Falle wurde in den Profilen bis 800 m Höhe die Grenze Jüngere Dryas/Präboreal in vegetationsdynamischer Sicht mit der Überschneidung der Kurven von P. cembra und P. sylvestris gezogen (progressiver Wandel im Waldbild).
   Für die Interpretation des Klimageschehens der Jüngeren Dryas im Untersuchungsgebiet verdient weiters das Profil Doline Beachtung. Hier liegt zwischen zwei Schotterbändern

einer Deltaschüttung ein Schluffhorizont (720-760 cm Tiefe) mit fallenden Pinuswerten, der im Vergleich mit dem Profil Halleswiessee bedingt dem Grenzbereich Alleröd/Jüngere Dryas zugewiesen werden kann. Überlagert wird das obere Schotterband (Mächtigkeit 80 cm) vom feinen Schluff, der die erneut ansteigenden Zirbenwerte der ausklingenden Interphase zeigt. Die Sedimentation im Bereich des Poljes war also zu diesem Zeitpunkt ruhiger, im Gegensatz zur starken Schüttung des Baches im Liegenden, die in den älteren (niederschlagsreicheren?) Abschnitt der Jüngeren Dryas gestellt werden könnte (vergl. WELTEN 1952, 1972; MARKGRAF 1969). Andererseits klingt jedoch die Umlagerungstätigkeit (systemabhängig) im Halleswiessee schon gegen Ende Alleröd aus. Überhaupt hat es den Anschein, als wäre der Schotterfächer im Osten dieses Sees im wesentlichen Aufbau älter als die erfaßten Abschnitte des Spätglazials.

2) Die Klimaregressionen der Jüngeren Dryas zeichnen sich in den Diagrammbildern der Profile Halleswiessee (781 m NN) und Münichsee (1262 m NN) im gleichen Ausmaß ab. Hier kommt zum Tragen, daß zwei verschiedene Pinusarten beteiligt sind. Auf Grund des Ansteigens der Typenzahl der NBP kann mit einer Auflockerung (Absenkung) sowohl im Waldgrenzbereich um 800 m (Zirbe) als auch im P. mugo-Gürtel in 1300 m Höhe gerechnet werden.

Dagegen leitet am Krottensee die Föhrenphase des Alleröd ohne Anzeichen einer Bestandesauflockerung in das Präboreal über (eigentliche Waldzone).

5.5. Postglaziale Waldentwicklung

Mit dem Abfall der Pinuskurve und mit dem raschen Anheben der Vegetationsgürtel im älteren Präboreal breitet sich die Waldföhre zusammen mit Baumbirken aus. Die "jüngere Föhrenzeit" des Präboreal kann zumindest im kollin bis montanen Salzkammergut als "Waldföhrenzeit" präzisiert werden. In diese Föhren-(Birken) -wälder dringen nun kontinuierlich Ulmen, dann die übrigen EMW-Elemente, die Hasel, Acer und die Fichte ein. Die Zirbenwerte in der Höhenlage des Münichsees im älteren Präboreal deuten kaum auf eine Verschiebung des spätglazialen Zirben-

gürtels hin, vielmehr auf ein Verdrängen durch P. sylvestris. In diesem Zeitabschnitt (DA d) vermag sich auch Betula am Münichsee vorübergehend stärker zu entfalten, was die Dynamik - Auflösung des P. mugo-Gürtels in diesem Höhenbereich - verdeutlicht.

Im DA c wird die Birke nun von der Hasel abgelöst, die die für den Nordalpenraum charakteristischen Gipfelwerte (Krottensee 50%, Halleswiessee 60%, Münichsee 35%) erreicht. Im EMW dominiert Ulmus. Hinzu tritt im Berg- und Schluchtwald Acer (wohl Acer pseudoplatanus - vergl. die hohen Ahornwerte des Profils Krottensee!), der bis zum Eintreffen der Buche diese zusammen mit Ulmus vertritt. Auf Grund der Unterrepräsentation von Acer in den Pollenspektra, ist eine Interpretation der zum Teil hohen EMW-Werte des folgenden

DA b schwierig. In diesem Zusammenhang sind die EMW-Fernflugwerte vom Münichsee, an der Spitze Quercus, bezeichnend. In den Tälern dringen zweifelsohne der EMW, nun auch mit Quercus und Tilia (vergl. Funde von Hedera und Viscum im Profil Krottensee), in höheren Bereichen die Fichte weiter vor.

Im Profil Doline vom Halleswiessee fehlen der Pinusabfall und der zeitlich nicht genauer fixierte Corylusgipfel. Ob dieser Hiatus durch eine Sedimentlücke infolge Austrocknung oder nur durch lokale Abtragung im Bohrbereich bedingt ist, müßte erst eine Profilreihe klären. Jedenfalls setzt mit dem ersten Corylusabfall, dem Anstieg der EMW-Werte (Fraxinus!) und dem Vordringen der Fichte (Nadelfunde) über einem transgressiv lagernden Schluffband limnische, zumeist organische Sedimentation ein. Diese hält bis in den Bereich der stärkeren Buchenentfaltung (480 cm) an, ehe sie in eine den heutigen Verhältnissen entsprechende Flachmoorbildung übergeht. Auffallend ist die gute Übereinstimmung der Sedimentmächtigkeit und auch der Limnofauna (LÖFFLER, mündl. Mitt.) der DA a/b der Profile Halleswiessee und Doline.

Der Beginn dieser erfaßten limnischen Phase im Dolinenbereich hängt von der zeitlichen Stellung des von der Hasel dominierten DA c ab. In Diagrammen des Nordostalpenraumes zeigt sich vielfach ein sekundärer Haselanstieg bzw. eine mehrgipfelige Corylusphase (LÜRZER 1956; sowie 14C-datierte Profile: MAYER 1965,1966;

RAUSCH 1973). Nach 14C-Datierungen aus dem inneralpinen Inngebiet (I. & S. BORTENSCHLAGER, freundl. Mitt.) ist mit einer ersten Ausbreitung der Hasel (lokal abweichend, bzw. mit vertikaler Verzögerung) schon im jüngeren Präboreal zu rechnen. Die einsetzende limnische Phase und das stärkere Vorrücken der Fichte am Halleswiessee könnte damit in das ältere Boreal verlegt werden.

Im Bereich der Buchen/Tannenausbreitung fallen in den Profilen Doline und Halleswiessee minerogene Bänder auf. Es handelt sich hier um Phasen stärkerer Einschwemmung/Umlagerung. Im Profil Halleswiessee wurden diese (435-465 cm) in einem Lupendiagramm pollenanalytisch so ausgewertet, daß jedes Spektrum einem einheitlichen Horizont (Schluff oder Organisch) entspricht. Das Ergebnis war, daß die minerogenen Horizontsysteme mit Pinusgipfel einen Abschnitt mit mehr organischer Sedimentation und Fagusdominanz einschließen. Nach RAUSCH 1973 (Stöttener Filz Inn/Chiemseegebiet) fällt ein 14C-Datum im Bereich der sich schließenden Buchenkurve und den ersten Spuren von Abies auf 6625 ∓ 85 B.P., SCHMEIDL 1971 (Pechschnait/Traunstein, Obb.) erhielt ein solches von 6250 ∓ 150 B.P. Im Falle des Halleswiessees könnte demnach die Buchen/Tanneneinwanderung zusammen mit dem Komplex minerogener Schüttung in den Zeitraum zwischen 6600 und 6000 B.P. gestellt werden, aus dem ebenfalls Klimapendelungen bekannt sind (PATZELT & BORTENSCHLAGER 1973). Die schwankenden Prozentwerte dieses Abschnittes wären demnach als Ausdruck der durch ein klimatisches Ereignis beeinflußten Walddynamik unter Platznahme der einzelnen Arten zu werten.

Auch im Höhendiagramm Münichsee zeichnet sich in vergleichbarer Diagrammlage eine Folge minerogener Einschwemmungen ab, die jedoch systemabhängig (kaum oberirdischer Zufluß) im Gegensatz zum Halleswiespolje, schwächer ausgeprägt ist. Damit scheint eine zeitliche Korellierung auch ohne 14C-Daten möglich. Stimmt man dem zu, hebt sich am Münichsee deutlich die zeitliche Verzögerung der Buchen/Tannenentfaltung in dieser Höhenlage ab, die, zusammen mit einem sekundären Haselgipfel, erst im Anschluß an die minerogene Schüttung erfolgte (Beginn jüngeres Atlantikum).

Entsprechend der Position der Kalkalpen nimmt die Buche im folgenden DA a (jüngeres Atlantikum) eine führende Stellung ein. In der Zeit stärkerer Buchen- und Erlenentfaltung fällt am Krottensee ein auffälliger Taxus-Gipfel. Die Eibe spielte auch im Riß/Würm-Interglazial im Nordalpensaum eine große Rolle (JUNG, BEUG & DEHM 1972; KLAUS 1974).

7. Profile aus der Flyschzone

7.1. Egelsee/Mattsee (596 m)

Die Egelseen - der größte im Norden gelegene wurde bei einer Tiefenmarke von 4 m erbohrt - liegen als Reste einer wahrscheinlich spätwürmzeitlichen ausgedehnteren Seefläche im Bereich der Endmoränenkränze des Salzachgletschers (WEINBERGER 1955; DEL NEGRO, EBERS & WEINBERGER 1966).

Obwohl das Profil stark gestaucht ist, was die Interpretation erschwert, kann es dennoch gut den Ergebnissen der übrigen Flyschzonenprofile zur Seite gestellt werden. Schon LÜRZER (195 untersuchte eine Verlandungsfolge im Bereich der Seen.

7.2. Egelsee/Attersee (625 m NN)

Dieser kleine See (Bohrtiefe 5 m-Marke) verdankt seine Entstehung wahrscheinlich einem Toteiskörper innerhalb der würmzeitlichen Ufermoränen des Atterseeastes des Traungletschers, 150 m über dem heutigen Seespiegel des Attersees gelegen.

Die Flyschzüge (Kl. Hollerberg 1006 m) sind vom Abieti-Fagetum bestockt.

Sandig-steiniges Sediment an der Basis führte zu einem Kernverlust von ca. 50 m.

7.3. Wildmoos/Mondsee (800 n NN)

In einer sattelartigen Verebnung der Flyschhöhen nördlich des Ortes Mondsee liegt das von Legföhren bestockte Hochmoor. Im Hochwürm legte sich wahrscheinlich ein kleiner Seitenlobus des Mondsee-Irrseegletscherastes auf diesen Sattel (WEINBERGER 1955). Eine Begehung von Dr. H. Kohl, Linz, (freundl. Mitt.) bestätigte den Moränencharakter des das Moor zum Teil wallartig umgebenden Lockermaterials. Auch das Relief des Mooruntergrundes ist kupiert. Während im zentralen Bereich eine Bohrung bei 6 m auf klastisches Material traf (buchenzeitlicher Abschnitt! Transgression des Moores?), konnte in Annäherung an den nordwestlichen Laggbereich eine Tiefe von 15 m erreicht

werden. Innerhalb der Basis fand sich neben Flyschkomponenten ein eindeutig kalkalpines Erratikum.

Die Sedimentation war im erfaßten Spätglazial gering. Zweifelsohne handelt es sich in diesem Zeitabschnitt sowie im älteren Postglazial (Beginn der eigentlichen Hochmoorbildung bei 13 m Tiefe noch nicht erreicht) um ein Gewässer (Sporenfunde von Isoëtes; PK von Nymphaea, Potamogeton und Typha; Bosmina). Die Limnofauna wurde in dankenswerter Weise von Herrn Prof. Dr. H. Löffler, Limnologisches Institut der Universität Wien, bearbeitet und dem Pollendiagramm zur Seite gestellt.

Das Niederschlagsmittel für Mondsee (493 m NN) von 1901 - 1960 beträgt 1617 mm (Beitr. Hydrograph. Österreichs, 38, pp. 62, 1964), was zum Teil die Mächtigkeit des Moores erklären dürfte.

Die umgebenden Wälder werden von Fichten-Tannen-Buchen aufgebaut, mit stärkerer Betonung der Fichte.

7.4. Spätglaziale Vegetationsentwicklung

Älteste Dryas (Ia; DA i)

Neben dem Artenspektrum (Dominanz der Gramineen, artenreiche Kräuterfluren, Apokraten), wie es auch die Profile des Kalkalpins in diesem Abschnitt prägt, fallen hier vor allem die hohen Helianthemumwerte der ausklingenden Ältesten Dryas auf (vergl. KLAUS 1967, 1972b; SCHMEIDL 1971; RAUSCH 1973). Der Ephedra distachya-Typ fand sich seltener.

Bölling - Ältere Dryas - Alleröd (Ib, Ic, II; DA h-f)

Die Succession führt über eine Salix-Juniperus-Strauchphase mit anschließendem Birkengipfel zur P. mugo-Entfaltung.
Sieht man im Profil Egelsee/Attersee von zwei, jeweils auf eine Strate von 5 cm beschränkte Betulagipfel (1010 und 965 cm Tiefe) ab, so fällt eine weitere Gliederung der ausgeprägten Föhrenphase schwer. Ein Bild, wie es für viele Diagramme des nördlichen Alpenvorlandes charakteristisch ist (FIRBAS 1935; LANG 1952, 1962, 1963; BERTSCH 1961; KLAUS 1967, 1972b; SCHMEIDL 1971; RAUSCH 1973). Eine wesentliche Frage ist jene nach den Auswirkungen der Älteren Dryas. LANG (1963) dieskutiert dieses Problem in einer Gegenüberstellung repräsentativer Diagramme des Nordalpenraumes und Schwarzwaldes und weist auf eine mitunter schwierige Abgrenzung von Ib/c/II hin. Unter

Hinweis auf ein 14C-Datum (LANG 1962) wird der Beginn der "Wiederbewaldung" spätestens zu Beginn der Böllingzeit festgelegt, was in der Folge durch eine Reihe von 14C-Daten (WELTEN 1972) bestätigt wurde.

Auch die Vegetationsentwicklung des schon behandelten Profils Krottensee zeigt, daß sich die Ältere Dryas in ca. 600 m NN knapp innerhalb des Kalkalpins nur unwesentlich von der des Bölling-Interstadials abhebt (Salix-Juniperus-Hippophae-Strauchphase mit schwach rückläufigem NBP-Gipfel). In den beiden näher untersuchten Profilen Wildmoos/Mondsee und Egelsee/Attersee wird der Pinusanstieg fast zur Gänze von P. mugo bestritten. KLAUS (1972b) weist einen zirbenreicheren Abschnitt an der Basis des Profils Matzendorf (280 m NN, inneralpines Wiener Becken) der Älteren Dryas zu, und hält eine Waldgrenze in diesem Gebiet um 600-700 m für wahrscheinlich (Waldgrenzdepression 800-1000 m!).

Die nächste Zäsur erfährt die Pinuskurve in den Profilen Wildmoos/Mondsee und Egelsee/Attersee durch ein kurzes Emporschnellen der Betulawerte. Durch den Sedimentwechsel von kalkig/toniger Gyttja in ersterem, von Ton zu Tongyttja in letzterem, sowie das Einsetzen der Kurven von P. cembra und P. sylvestris liegt es nahe, in diesem Bereich die Grenze Ältere Dryas/Alleröd zu suchen. Im Profil Wildmoos betont zusätzlich ein kleiner Artemisia-Gipfel die Ältere Dryas. Der Klimarückschlag dieser Kaltzeit wird in den untersuchten Profilen der Flyschzone zumindest bis 800 m Höhe durchP. mugo-Rassen verschleiert, die ihre erste Entfaltung wahrscheinlich schon gegenEnde Bölling erfuhren. BERTSCH (1940) hielt im Bodenseegebiet im Spätglazial ein Vorkommen der "Bergkiefer" vor der Waldkiefer für wahrscheinlich, ja billigte ihr sogar für das Alleröd in Oberschwaben eine beherrschende Rolle zu (vergl. dagegen FIRBAS 1941).

In einem Diagramm vom Frillensee vom Nordabfall des Hohen Staufen bei Bad Reichenhall/Obb. zeichnet sich die Ältere Dryas in 923 m Höhe schon deutlicher durch NBP- und Juniperuszunahme ab. Die Vegetationsentwicklung im Bölling-Interstadial führt auch hier, wie in den übrigen Flyschprofilen, über Betula zum Pinusanstieg.

Was Betula im Nordalpensaum betrifft, liegen für das Spätglazial sowohl Großrestfunde für Betula nana (Zusammenstellung bei TRALAU 1963) als auch für Baumbirken vor, wobei letztere in der Zeit der Pinusentfaltung dominieren (FIRBAS 1949; LANG 1952b, 1962; SCHMEIDL 1971; RAUSCH 1973).
Während die böllingzeitliche Ausbreitung von Betula in den drei untersuchten Profilen wohl als Successionsstadium mit Baumbirken zu werten ist, fällt die Interpretation der das Alleröd begrenzenden Betulagipfel schwerer. Sowohl Ältere Dryas (DA g) als auch vorweggenommen Jüngere Dryas (DA e) liegen dabei in ausgesprochenen Betula-Depressionen (SCHMEIDL 1971). Im Profil Wildmoos/Mondsee handelt es sich in diesen Kaltzeiten um eine Kalkgyttja. Auch das zentrale Alleröd weist eine solche auf, die wahrscheinlich biogenen Ursprungs (Chara Funde!) ist. Die ausgeprägte Bosmina-Phase dieses Abschnittes weist für das Gewässer auf eine Tiefe über Tümpelniveau. Die Betulagipfel fallen demgegenüber in Zonen stärker kalkarmer organogener Gyttja. Eine Verknüpfung mit Wasserspiegelschwankungen wäre denkbar (USINGER 1975). SCHMEIDL (1971) erwähnt eine Betulareiserschicht (Beginn Alleröd?) im Profil Pechschnait/Obb., 690 m NN, das in seinem Diagrammbild gut mit Wildmoos/Mondsee vergleichbar ist. Auch hier steigen die Betulawerte gegen Ende Alleröd erneut an.

Die Sporenfunde von Isoëtes aus der Älteren Dryas des Profils Wildmoos sind der oligotraphenten Art echinospora DURIEU zuzuordnen (LANG 1955; WELTEN 1967).

Bei Vergleich von Diagrammen aus dem gesamten nördlichen Alpenrand fällt in Bezug auf die Vegetationsentwicklung im Spätglazial folgendes auf:

Nach WELTEN (1972) liegt die Ältere Dryas in Profilen des schweizer Voralpenlandes zumeist im "Bereich der Birkenphase und ist nur bei sorgfältiger Analyse nachweisbar" (HEEB & WELTEN 1972). Auch im westlichen Bodenseegebiet (BERTSCH 1961; LANG 1963) zeichnet sich schon dieser Trend ab (vergl. FIRBAS 1949, pp. 116-117).

Aus dem östlich anschließenden alpennahen Vorland (Bodensee bis Salzkammergut) weisen dagegen die Diagramme entweder auf

eine raschere Ablöse der Birkenphase (teils eine solche überhaupt fehlend: Bärn-See, 600 m NN, RAUSCH 1973) wahrscheinlich gegen Ende Bölling, oder auf eine mehr lokale Präsenz (siehe oben) von Betula hin. Für diesen Bereich des Alpenvorlandes drängt sich generell eine ähnliche Bedeutung von Legföhren im Spätglazial auf, wie in der Flyschzone des Salzkammergutes. In den von P. mugo dominierten Abschnitten der Profile der Kalkrandalpen (Krottensee, Halleswiessee) fällt Betula ebenfalls nur eine untergeordnete Rolle zu (konkurrenzbedingter Antagonismus?).

Andererseits vermögen sich Baumbirken in P. sylvestris-und P. uncinata-Beständen zu behaupten (vergl. BRAUN-BLANQUET 1961). Nach den Profilen Wildmoos und Egelsee/Attersee setzt die Einwanderung von P. sylvestris im Alleröd ein. Obwohl die Werte noch bescheiden bleiben, ist mit einem allmählichen Vorrücken der Waldföhre gegen Ende Alleröd zu rechnen. Aus diesem Zeitabschnitt liegen u.a. aus dem westlichen Salzachgebiet für P. sylvestris Makroreste vor (SCHMEIDL 1971) (Zusammenstellung von Funden bis 1949 siehe FIRBAS). Während die Vegetationsentwicklung in den Profilen Pechschnait und Lauter, westl. Salzachgebiet (SCHMEIDL 1971), der der beiden Flyschzonenprofile des Salzkammergutes entspricht, leitet in jenem von Moosham (440 m NN) die initiale Betulaphase in das Alleröd über (größere Bedeutung von Baumbirken in der Drumlinlandschaft?). Überhaupt ist im Gebiet der präalpinen würmzeitlichen Zungenbecken mit einem mannigfaltigen Standortmosaik zu rechnen, sodaß, abgesehen von der Meereshöhe, die Rolle von Baumbirken im Verhältnis zu den Pinus-Taxa in jedem Einzelfalle zu prüfen ist.

Im Bereich des inneralpinen Wiener Beckens tritt nach KLAUS (1972b) P. sylvestris im Spät- und frühen Postglazial gänzlich gegenüber P. nigra zurück. Betula ist bedeutungslos.

Jüngere Dryas (III; DA e)

Ihre Klimaregressionen zeichnen sich im Diagrammbild von Wildmoos entsprechend der Höhe (800 m NN) durch NBP- und Juniperuszunahme deutlicher ab als am Egelsee/Attersee. In letzterem Profil steigen die NBP-Werte schon zu Beginn des Alleröd an. Eingeleitet wird dieser DA e durch einen gut ausgeprägten Betulagipfel, der nun auch in den übrigen Flyschzonenprofilen eine bessere Abgrenzung zum Alleröd hin erlaubt.

In den Profilen Wildmoos und Egelsee/Attersee teilt ein

P. sylvestris-Gipfel, der der Interphase vom Profil Halleswiessee zugeordnet werden kann (vergl. u.a. Pechschnait), die Jüngere Dryas in zwei Teile. In den regressiven Abschnitten weisen die NBP- (Artemisia) und Juniperuswerte auf eine gewisse Auflockerung hin, die auch in Relation zum P. sylvestris-Anteil einerseits des Alleröd andererseits der Interphase zu betrachten ist.
Die Jüngere Dryas mag sich in Profilen des Alpenvorlandes nahe der oberen allerödzeitlichen Verbreitungsgrenze von P. sylvestris deutlicher abzeichnen als in Zonen, die von P. cembra und P. mugo beherrscht werden. FIRBAS (1949, p. 125) - angeregt durch eine Hypothese von OBERDORFER (1931) - nennt die "Bergkiefer" als eventuelle Ursache, daß die Jüngere Tundrenzeit (II) in Süddeutschland auch in höheren, kühleren Lagen im Pollendiagramm keinen Waldrückgang erkennen läßt". Daraus wird - in Verbindung mit dem Standortmosaik - auch die zum Teil unterschiedliche Akzentuierung der Jüngeren Dryas in den Diagrammbildern des nördlichen Alpenvorlandes verständlich. Schwächezonen in Zeiten klimatischer Ungunst stellen die Verbreitungsgrenzen der jeweiligen Pinus-Vertreter in den einzelnen Höhenstufen dar.

KLAUS (1967, 1972b) verweist im Profil Walserberg (500 m NN, Salzburg) auf einen Zirbenanteil im Bereich der Jüngeren Dryas und schließt daraus auf eine Annäherung der Waldgrenze. Der neuerliche Anstieg der P. cembra-Kurve in den Profilen Wildmoos und Egelsee/Attersee im jüngeren Abschnitt dieser Kaltphase kann dem Anteilsverlust von P. sylvestris (NBP! siehe oben), eventuell auch einer geringeren Bedeutung von P. mugo, im Pollenniederschlag zur Last gelegt werden, ohne daß damit für die Zirbe eine Arealveränderung in dieser Höhenlage gefordert werden müßte (vergl. Kap. 4).

Im schweizer Alpenvorland weist WELTEN (1972) darauf hin, "daß die Jüngere Dryas durch NBP-Zunahme und entsprechende Lichtung der Föhrenwälder auch in den Tieflagen gut nachweisbar sei", und schließt daraus auf einen "kräftigen Klimarückschlag". Inwieweit damit auch ein Hinweis auf eine Bedeutung von P. uncinata und P. sylvestris (also baumförmigen Diploxylon-Arten) gegen Ende Alleröd verbunden ist, muß weiteren detaillierten Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Bei Betrachtung der Aufschlüsselung des P. mugo-Komplexes im Profil Wildmoos/Mondsee fällt folgendes auf: Bis zur Interphase der Jüngeren Dryas dominieren ähnlich wie in den Oberflächenspektren des Waldgrenzbereiches vom Dachstein und Warscheneck die derb-nodulate P. mugo-Pollenform (+Mischform) mit den in Abb. 2 a dargestellten reticula-Muster. Höchstens vereinzelte PK dieser Gruppe wiesen dagegen ein für P. sylvestris (vergl. KLAUS 1972) typisches reticulum auf. Überhaupt treten in diesem Abschnitt P. mugo-Pollenformen mit Tendenz zu "sylvestroider" Merkmalsbildung zurück, was sich im Präboreal mit Ausnahme der Strate 1390 cm ins Gegenteil verkehrt. Im älteren Präboreal wurden ferner Typen mit ausschließlich Stäbchennodula (rotviolettblühende Rassen der Untersuchungen von KLAUS 1972) stärker in die Pollensedimentation einbezogen.

7.5. Postglaziale Waldentwicklung

Die "Waldföhrenzeit" zu Beginn Präboreal zeichnet sich deutlich ab. Die Zirbenwerte sinken im Zuge der Waldgrenzerhöhung allmählich auf Fernflugwerte ab. Der ausgeprägte Betula-Gipfel ist vielleicht am besten als Additive aus lokaler Präsenz in einer zunehmenden Verlandungszone (siehe oben) sowie von Baumbirken als Wegbereiter und im Unterwuchs der Föhrenwälder zu deuten. Diese Waldföhren- (Birken) -wälder werden zuerst von Ulmen, dann von den übrigen EMW-Elementen, sowie der Hasel und der Fichte durchdrungen bzw. abgelöst. Ähnlich wie im Spätglazial die Zirbenwerte fallen im Profil Wildmoos/Mondsee im älteren Postglazial die gegenüber Egelsee/Attersee erhöhten Fichtenwerte auf. Auch heute noch - zum Teil anthropogen gefördert - spielt die Fichte auf den rauhen Flyschhöhen eine größere Rolle. Die Ausbreitung erfährt die Fichte hier im Anschluß an einen NBP-Gipfel (Kräutertypenzunahme! präboreale Klimaoszillation?) und Farngipfel. Die Werte sinken mit der folgenden Massenentfaltung der Hasel und einem stärkeren Vordringen von Quercus und Tilia wieder ab. Andererseits steigt der P. mugo-Anteil erneut. Das Sediment (Gyttja mit Flachmoordetritus, Braunmoose) weist zusammen mit der Limnofauna, den allmählich anhebenden NBP-Werten (Vertreter der Sumpfflora: Potentilla/Comarum-Typ) und dem steigenden Zersetzungsgrad auf

eine zunehmende Verlandung hin. Für P. sylvestis und extrazonal (= außerhalb des hochmontanen bis subalpinen Legföhrengürtels) für P. mugo-Rassen (Hybride?) setzt mit der Ausbreitung der anspruchsvolleren Waldelemente der Rückzug auf die verbleibenden konkurrenzarmen Standorte ein. Auf solchen, z.B. edaphisch bedingten auf Quarzporphyr (Raschötz/Gröden; Ritten, Südtirol: SCHMIDT 1975) innerhalb der inneralpinen Fichtenzone, steht P. sylvestris (zum Teil ssp. engadinensis (HEER) ASCH. & GR.) auch heute noch im engen Kontakt mit der Zirbe. Diese Arealdifferenzierung findet ihren Niederschlag in einem stärkeren Fichtenanteil in den Höhenlagen bzw. mit Annäherung an das Kalkalpin (z.B. Mondseer Berg); in den tieferen Lagen Dominanz des EMW mit stärkerer Betonung von Quercus im planar-kollinen Bereich (LÜRZER 1956; RAUSCH 1973).

Die Fichte konnte in spätglazialen Abschnitten (vergl. BORTENSCHLAGER 1970b) wenn, dann nur in umgelagerten PK aufgefunden werden. So waren an der Basis des Bohrkerns Irrsee (Isobathe 30 m, Sedimenttiefe 7,5 m) im typischen Spätglazialspektrum bei hohem Anteil umgelagerter mesozoischer Sporomorphen teils Prozentwerte Fichtenpollen beigemengt. Wärmeliebende Elemente traten nur vereinzelt hinzu. In der Bewegungsbahn des würmzeitlichen Irrseegletscherzweiges liegen heute noch gekappte Sedimentpakete eines interglazialen Mondsees (KLAUS 1972b, 1974). KLAUS (1972b) fand anläßlich der pollenanalytischen Bearbeitung der Stieglbrauereibohrkerne (Salzburg/Stadt) in mächtigen Sedimenten, die einem Stausee nach Rückzug des Würmgletschers zugeschrieben werden, zusammen mit stärkerer Umlagerung ebenfalls fichtenreiche Horizonte. LÜRZER (1954) erwähnt die Fichte aus dem Spätglazial der Egelseen (Salzburger Vorland), was nicht bestätigt werden konnte.

Während die geschlossene Fichtenkurve in Profilen der östlichen Kalkvoralpen (Erlaufsee, Lunzer Obersee, Hechtensee: BOBEK Diss. in Vorber.) schon gegen Alleröd bzw. der Jüngeren Dryas einsetzt (BURGER 1964?), verzögert sich ihr Eintreffen im Salzkammergut (Präboreal). Daraus ist gut ein ost/west gerichteter Wanderweg entlang dem nördlichen Alpensaum ersichtlich (KRAL 1972; MARKGRAF 1972).

7. Gedanken zum Spätglazial und frühen Postglazial

Im Spätglazial zeichnet sich für das Salzkammergut ein Gefälle in der Vegetationsentwicklung ab. Das Alpenvorland war den Kalkalpen einen Schritt voraus.

Schon für diesen Zeitraum dürfte sich entsprechend verschiedener klimatischer Gegebenheiten und der Refugien der einzelnen Pinus-Taxa (analog zur Ausbreitung der Baumarten im Postglazial) eine regionale Differenzierung im Alpenraum herausgebildet haben (vergl. palynolog. Befunde: WELTEN 1958; ZOLLER 1960; FRITZ 1969; KLAUS 1972b; SCHMIDT 1975).

Entsprechend der heutigen Höhenstufenverbreitung im Salzkammergut läßt sich für Pinus folgende Succession erstellen:

Picea
P. mugo-Rassen - P. cembra - (P. sylvestris)
Ulmus, EMW

Für Legföhrenrassen und für die Zirbe kann wohl mit einem würmzeitlichen Überdauern im nordöstlichen Voralpenland gerechnet werden.

Für etwaige Hybridisierungsprozesse P. mugo x P. sylvestris (vergl. u.a. Sammelbegriff P. rotundata; EHRENDORFER 1973) bietet sich im Untersuchungsgebiet der Zeitraum jüngeres Alleröd bis Präboreal an. Pollenmorphologische Indizien im Profil Wildmoos/Mondsee weisen in diese Richtung. Zugleich bildeten sich mit zunehmender Verlandung im Präboreal konkurrenzarme Moorstandorte heraus. Hybriden solcher könnten sich demnach als relativ junge Produkte in dem Sinne erweisen, daß der evolutive Schritt in den Interglazialen jeweils wiederholt wurde, nachdem diese in den Kaltzeiten weitgehend verschwanden (Einengung bzw. Zerstörung des Lebensraumes. Konkurrenzdruck "alpiner" Ausgangssippen von P. mugo).

Das zum Teil inhomogene Material (Sedimentwechsel), die vielfach geringe Sedimentation (steil ansteigende rationelle Pollenkurven!) und damit nicht punktförmig entnehmbare Proben für 14C-Daten, mögen mitschuldig sein, für Unstimmigkeiten im Nahtbereich Jüngere Dryas/Präboreal. Im weniger gestauchten Profil Egelsee/Attersee schaltet sich zwischen Jüngere Dryas und präborealer EMW- (Ulmus) -Entfaltung jedenfalls eine deutliche P. sylvestris-Phase ein.

Bei Beurteilung der Waldgrenze im Spätglazial und darauf aufbauender klimatischer Folgerungen, führt eine summarische Behandlung der Pinus-Taxa zu Fehleinschätzungen (KLAUS 1972). Der terminus "Bewaldung" ist daher im eigentlichen Sinn des Wortes zu gebrauchen (also z.B. nicht für P. mugo TURRA).

Die sporadischen Pollenfunde von Larix im Spätglazial des Untersuchungsgebietes stehen trotz ihrer Unterrepräsentation in keinem Verhältnis zu ihrer heutigen Bedeutung im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald am Dachstein (KRAL 1971) und im Toten Gebirge. Anders dagegen die stärkere Betonung der Lärche in Diagrammen des jüngeren Spätglazials in Profilen südlich des Alpenhauptkammes im Zusammenhang mit der Ausbreitung von P. sylvestris (SCHMIDT 1975) (vergl. RUBNER 1954).

Dank

Für die Entwicklung und Fertigung des Bohrgerätes sei Herrn F. Aigner, für Hilfe bei den aufwendigen Bohrarbeiten den Herren E. Lanzenberger und A. Aigner (alle Biol. Station d. Österr. Akademie d. Wiss. Lunz/See, N.Ö.) sowie Dr. E. Schultze (Wien) aufrichtig gedankt. Ferner schulden wir Dank dem Theodor-Körner-Stiftungsfond für finanzielle Unterstützung, sowie dem Bundesministerium für Inneres für die Bereitstellung eines Hubschraubers für den Lastentransport, ohne die eine Arbeit am Schafberg unmöglich gewesen wäre.

Zusammenfassung

Bohrkerne aus sechs Seeablagerungen aus verschiedenen Höhenstufen der Kalkrandalpen und der Flyschzone des Salzkammergutes, wurden pollenanalytisch ausgewertet. Die spät- bis mittelpostlaziale Vegetationsgeschichte unter Berücksichtigung der Pinus-Arten ist dargestellt.

Die Älteste Dryas (Ia) läßt am Halleswiessee (781 m NN) in Anschluß an eine Pionierphase einen Abschnitt vorübergehender Konsolidierung der alpinen Vegetation erkennen ("Prä-Bölling"). Die Vegetationsentwicklung des Bölling-Interstadials (Ib) geht in den Kalkrandalpen von 600 - 800 m Höhe über eine Salix-Juniperus-Hippophae-vereinzelt P. mugo-Strauchphase nicht hinaus. Dagegen führt innerhalb der Flyschzone die Succession über Betula weiter zur Ausbreitung von P. mugo-Rassen.

Während sich in der Älteren Dryas (Ic) am Halleswiessee erneut Hochstauden und alpine Rasen ausbreiten, leitet am Krottensee (572 m NN) die Strauchphase des Bölling in das Alleröd über. In den Profilen der Flyschzone bleibt P. mugo TURRA dominant. Die Ausbreitung von P. mugo TURRA und P. cembra L. ist dagegen im Kalkalpin dem Alleröd (II) vorbehalten. Während sich die Zirbe auf den Flyschhöhen schon zu Beginn dieser Warmphase auszubreiten beginnt, verzögert sich diese in den Kalkrandalpen. Erst gegen Ende Alleröd werden hier Werte erreicht, die dem Zirbenanteil von Spektren der aktuellen Waldgrenze am Dachstein und Warscheneck nahekommen. Über dieser reliefabhängigen Zirben-Legföhren-Kontaktzone (800 - 1000 m) folgt ein P. mugo-Gürtel, der sich in 1300 m Höhe am Schafberg erst in diesem Zeitabschnitt zu schließen scheint. Gleichzeitig setzt in den tieferen Lagen die Einwanderung von P. sylvestris L. ein.

Die Jüngere Dryas (III) ist klimatisch gesehen komplexer Natur. Der in das Postglazial überleitende Abschnitt dürfte kontinentaler gewesen sein. Ihre Klimaregressionen zeichnen sich in Profilen des Alpenvorlandes nahe der oberen allerödzeitlichen Verbreitungsgrenze von P. sylvestris L. vermutlich deutlicher ab, als in Zonen, die von P. mugo TURRA und P. cembra L. beherrscht werden. In den weiteren Schwächezonen, im Waldgrenzbereich (Zirbe) und im oberen P. mugo-Gürtel, führen diese ebenfalls zu einer Bestandeslichtung (Absenkung). Dagegen leitet am Krottensee die Föhrenphase des Alleröd ohne Anzeichen einer solchen in das Präboreal über (eigentliche Waldzone).

Bei Beurteilung der Waldgrenze im Spätglazial führt eine summarische Behandlung der Pinus-Arten zu Fehleinschätzungen.

Die Expansion von P. sylvestris L. erfolgt im Präboreal (IV). Der Zirbenanteil sinkt auf Fernflugwerte ab (im Schafberggebiet Verdrängung ohne wesentliche Verschiebung der spätglazialen zirbenreichen Zone). Der P. mugo-Gürtel wird im Präboreal in 1300 m Höhe aufgelöst bzw. in größere Höhen abgedrängt. Daher vermag sich auch hier vorübergehend Betula stärker zu entfalten. Die Waldföhren- (Birken) -bestände, die mit der Zirbe zum Teil noch im engen Kontakt stehen, werden zuerst von Ulmen, dann von der Fichte, Acer und den EMW-Elementen durchdrungen bzw. aufgelöst. Mit der Areal- und Höhenstufendifferenzierung werden P. sylvestris L. und extrazonal P. mugo-Rassen (Hybride?)

auf konkurrenzarme Standorte zurückgedrängt. Die Hasel erreicht, wie für den Nordalpenraum charakteristisch, auch in der montanen Stufe beachtliche Werte. Diese gut ausgeprägte Haselzeit wird mit dem weiteren Vordringen des EMW in den Tälern und der Fichte montan abgelöst (Boreal V). Hinzu tritt im Bergwald Acer, der bis zum Eintreffen der Buche diese zusammen mit Ulmus vertritt.
Minerogene Bänder im Sediment - Phasen stärkerer Schüttung und Umlagerung - lassen eine Korellierung mit bekannten Klimaschwankungen des Postglazials und damit auch eine genauere zeitliche Einstufung möglich erscheinen.

Für die Pollendiagramme Krottensee, Halleswiessee, Egelsee/Attersee und Egelsee/Mattsee, die aus der Arbeit BOBEK & SCHMIDT (1975) übernommen wurden, sind folgende Korrekturen zu beachten:

1) Grauwert für Anorganisch (Schluff) in der Stratigraphie und Legende nicht abgebildet.
2) Höhenangabe Hallenwiessee muß anstatt 871m NN richtig 781m NN heißen.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Roland Schmidt und

cand. phil. Manfred Bobek

Limnologisches Institut der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Berggasse 18/19
A-1090 Wien

LITERATUR

AARIO, L. (1940): Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo/Lappland. - Ann. Acad. Sc. Fenn. Helsinki 54/8, 1-120.

BAIG, M. N., TRANQUILLINI, W. & W. M. HAVRANEK (1974): Cuticuläre Transpiration von Picea-abies- und Pinus-cembra-Zweigen aus verschiedener Seehöhe und ihre Bedeutung für die winterliche Austrocknung der Bäume an der alpinen Waldgrenze. - Cbl. gesamte Forstwesen 91/4, 195-211.

BERTOLDI, R. (1968): Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardiglaciale e postglaciale nella regione del lago di Garda. - Studi Trentini Sc. Nat. Scz. B. 45/1, 87-162.

BERTSCH, A. (1940): Geschichte des deutschen Waldes. - Jena.

- (1961): Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. - Flora 151, 243-280.

BEUG, H.-J. (1964): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. - Flora 154, 401-444.

BOBEK, M. & R. SCHMIDT (1975): Pollenanalytische Untersuchung von Seebohrkernen des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes - Ein Beitrag zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetations und Klimageschichte. - Linzer biol. Beitr. 7/1, 5-34.

BORTENSCHLAGER, S. (1970): Neue pollenanalytische Untersuchungen von Gletschereis und gletschernahen Mooren in den Ostalpen. - Z. Gletscherkde. Glazialgeol. 6/1-2, 107-118.

- (1970b): "Konnte die Fichte die letzte Eiszeit im Ostalpenraum überdauern?" In: Probleme der Weichsel-Spätglazialen-Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa. - Manuskript INQUA, Frankfurt/Oder 1970, 139-145.

BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation - Von der Provence bis zur Steiermark. - Geobotanica selecta 1/8, Stuttgart.

BURGER, D. (1964): Results of a pollenanalytical investigation in the Untersee near Lunz in Austria. - Geologie en Mijnbouw 43, 94-102.

CRITCHFIELD, W. B. & E. L. LITTLE jr. (1966): Geographic distribution of the Pines of the World. - US. Dept. Agriculture, Forest Service, Misc. Publ. 991.

DAVIS, M. B. (1968): Pollen grains in lake sediments: redeposition caused by seasonal water circulation. - Science 162, 796-799.

DAVIS, M. B., BREWSTER, L. A. & J. SUTHERLAND (1969): Variation in pollen spectra within lakes. - Pollen et Spores 11.

DEL NEGRO, W. (1969): Bemerkungen zu den Kartierungen L. Weinbergers im Traungletschergebiet (Atter- und Traunseebereich). - Verh. Geol. B.-A. Wien 1, 12-15.

DEL NEGRO, W., EBERS, E. & L. WEINBERGER (1966): Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. - Veröff. Ges. Bayer. Landeskunde München.

EHRENDORFER, F. (1962): Cytotaxonomische Beiträge zur Genese der mitteleuropäischen Flora und Vegetation. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 75, 137-152.

- (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - 2. erweiterte Auflage, Stuttgart.

FINK, H. (1956): Zur Korrelation der Terrassen und Lösse in Österreich. - Eiszeitalter Gegenwart 7, 49-77.

FIRBAS, F. (1935): Die Vegetationsgeschichte des mitteleuropäischen Spätglazials. - Bibl. Bot. 112.

- (1941): Zur spätglazialen Waldentwicklung Oberschwabens. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 59, 310-319.

- (1949/1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas 1 und 2. - Jena.

FRENZEL, B. (1964): Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 103,104, 10-143

- (1968): Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. - Erdwiss. Forsch. 1, Wiesbaden.

FRITZ, A. (1969): Folgerungen zur Klima- und Vegetationsgeschichte Kärntens aus neuen ^{14}C-Untersuchungen. - Carinthia 2, 79, 111-120

GAMS, H. (1931/1932): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. - Z. Ges. Erdkunde Berlin (1931) 321-346, (1932) 52-68, 178-198.

- (1949): Das Ibmer Moos. - Jahrb. oö. Mus. Ver. 92, 1-48.

- (1958): Der Bayrisch-Tirolische Alpensaum in pflanzengeographischer Beleuchtung. - De Natura Tiroliensi, 75-85.

GAUSSEN, H. (1960): Pinus. In: Les Gymnospermes actuelles et fossiles 6.

GRÜGER, J. (1968): Untersuchungen zur spätglazialen und postglazialen Vegetationsentwicklung der Südalpen im Umkreis des Gardasees. - Bot. Jahrb. 88/2, 163-199.

HEEB, K. & M. WELTEN (1972): Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem oberen Emmental. - Mitt. Naturforsch. Ges. Bern 29, 3-54.

HEITZ, Ch. (1975): Vegetationsentwicklung und Waldgrenze des Spät- und Postglazials in Oberhofstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. - Beitr. Geol. Landesaufnahme Schweiz 55, 1-63.

HEUBERGER, H. (1972): Die Salzburger "Friedhofsterrasse"- eine Schlernterrasse? - Z. Gletscherkde Glazialgeol. 8/1-2, 237-251.

HOLTMEIER, F. K. (1971): Waldgrenzstudien im nördlichen Finnisch-Lappland und angrenzenden Nord-Norwegen. - Rep. Kevo. Subarctic Res. Stat. 8, 53-62.

HOLUBIČKOVA, B. (1965): A study of the Pinus mugo Complex. - Preslia 37, 276-288.

JÄGER, E. (1968): Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. - Feddes Repert. 79, 157-335.

JÄGER, S. (1975): Saccusdifferenzierungen an rezenten Pinus-Arten. - Diss. Univ. Wien.

JOCHIMSEN, M. (1972): Pollenniederschlag und rezente Vegetation in Gletschervorfeldern der Alpen. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 13-27.

JUNG, W., BEUG, H.-J. & R. DEHM (1972): Das Riß-Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. - Bayr. Akad. Wiss. math. naturw. Kl. Abh. N. F. 151, München.

KLAUS, W. (1967): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs: Das Torfmoor am Walserberg. - Verh. Geol. B.-A. Wien 1/2, 2oo-211.

- (1972): Saccusdifferenzierungen an Pollenkörnern ostalpiner Pinus-Arten. - Österr. Bot. Z. 12o, 93-116.

- (1972b): Spätglazialprobleme der östlichen Nordalpen. Salzburg-Inneralpines Wiener Becken. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 83-92.

- (1974): Das Riß-Würm-Interglazial von Mondsee. In: Mitt. Quartärkommision Österr. Akad. Wissenschaften 1, 15-3o.

- (1975): Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung Pinus L. - Linzer biol. Beitr. 7/3, 329-369.

KOHL, H. & L. WEINBERGER (1968): Pleistocene Glaciation and its Deposits at the Northern Margin of the Austrian Alps. - University of Colorado Studies, series in Earth Sciences 7, Glaciation of the Alps. Boulder, 27-4o.

KOLLER, E. J. (1975): Forstgeschichte Oberösterreichs. - Linz.

KORDE, N. W. (1959): Charakteristische Merkmale der Stratifikation der Bodenablagerungen in Seen mit verschiedenartigem Zufluß. - Verh. Inter. Verein Theor. Angew. Limnol. 14/1, 524-532.

KRAL, F. (1971): Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. - Veröff. Inst. Waldbau, Hochschule Bodenkultur, Wien.

- (1972): Grundlagen zur Entstehung von Waldgesellschaften im Ostalpenraum. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 173-186.

KRISAI, R. (1961): Das Filzmoos bei Tarsdorf in Oberösterreich. - Phyton (Austria) 9/3-4, 217-225.

LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. - Flora 139, 243-294.

- (1952b): Spätglaziale Pflanzenreste in Südwestdeutschland. - Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl. 11, 89-11o.

- (1955): Über spätquartäre Funde von Isoëtes und Najas flexilis im Schwarzwald. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 68, 24-27.

- (1961): Die spät- und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung im Umkreis der Alpen. Bemerkungen zur Arbeit von H. Zoller: "Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz", 196o. - Eiszeitalter Gegenwart 12, 9-17.

- (1962): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalénien station an der Schussenquelle. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel 37, 129-154.

- (1963): Chronologische Probleme der späteiszeitlichen Vegetation entwicklung in Südwestdeutschland und im französischen Zentralmassiv. - Pollen et Spores 5/1, 129-142.

LIVINGSTONE, D. A. (1955): A lightweight piston sampler for lake deposits. - Ecology 36/1, 137-139.

LÖFFLER, H. (im Druck): The onset of meromictic conditions in alpine lakes. - Trans. 9, INQUA-Congr., Christchurch, N.Z.

LÜRZER, E. v. (1954): Das Spätglazial im Egelseegebiet (Salzachvorlandgletscher). - Z. Gletscherkde. Glazialgeol. 3, 83-9o.

- (1956): Die postglaziale Waldgeschichte des Salzburger Vorlandes. - Mitt. Ges. Landeskde. 96, 223-234.

MARKGRAF, V. (1969): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee im Wallis. - Bot. Jahrb. 89/1, 1-63.

- (1972): Die Ausbreitungsgeschichte der Fichte (Picea abies H. Karsten) in der Schweiz. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 165-172.

MAYER, F. (1959): Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. - Mitt. Staatsforstverwaltung Bayerns 3o, 164-215.

- (1965): Zur Waldgeschichte des Steinernen Meeres (Naturschutzgebiet Königssee). - Jahrb. Ver. Schutze Alpenpflanzen-Tiere 3o.

- (1966): Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). - Beih. Forstwiss. Zentralbl. 22.

- (1969): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. - München-Basel-Wien.

- (1974): Wälder des Ostalpenraumes. - Stuttgart.

MAYER, F., SCHLESINGER, B. & K. THIELE (1967): Dynamik der Waldentstehung und Waldzerstörung auf den Dolomitschuttflächen im Wimbachgries (Berchtesgadener Kalkalpen). - Jahrb. Ver. Schutze Alpenpflanzen- Tiere 32, 132-16o.

MERXMÜLLER, H. (1952): Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. - Jahrb. Ver. Schutze Alpenpflanzen-Tiere 17-19, (17) 96-133, (18) 135-158, (19) 97-139.

MIROV, N. T. (1967): The Genus Pinus. - New York.

MÖRNER, F. A. (1971): The cold/warm changes during the Last Ice Age with special reference to the stratigraphy at Dösebacka and Ellesbo in Southwest Sweden. - Stockholm contrib. Geology 24.

- (1972): Time scale and ice accumulation during the last 25 ooo years as indicated by the Greenland ^{18}O-curve. - Geol. Mag. 1o9/1, 17-24.

MÜLLER, G. (1972): Das Gebiet des Halleswiessees im Salzkammergut. - OÖ. Heimatblätter 26/1-2, 47-53.

MÜLLER, H.-J. (1972): Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. - Flora 161, 333-382.

NICKLFELD, H. (1973): Über Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 113, 53-69.

OBERDORFER, E. (1931): Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). - Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg/Br. 31, 1-85.

PATZELT, G. (1972): Spätglaziale Stadien und postglaziale Schwankungen von Ostalpengletschern. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 47-57.

PATZELT, G. & S. BORTENSCHLAGER (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). - Z. Geomorph. N. F., Suppl. 16, 25-72.

PENCK, A. & E. BRÜCKNER (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. 1. Band: Die Eiszeiten in den nördlichen Ostalpen. - Leipzig.

PISEK, A. & W. LARCHER (1954): Zusammenhang zwischen Austrocknungsresistenz und Frosthärte bei Immergrünen. - Protopl. 44, 30-46.

PLÖCHINGER, B. (1973): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wolfgangseegebietes (Salzburg, Oberösterreich) 1 : 25 000. - Geol. B.-A. Wien.

RAUSCH, K. A. (1973): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-/Chiemseegletschers. - Diss. Univ. Göttingen.

RUBNER, K. (1954): Zur Frage der Entstehung der alpinen Lärchenrassen. - Z. Forstgenetik Forstpflanzenzüchtung 3/3, 49-51.

SCHMEIDL, H. (1971): Ein Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und Waldentwicklung im westlichen Salzachgletschergebiet. - Eiszeitalter Gegenwart 22, 110-126.

- (1972): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayer. Voralpen. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 79-82.

SCHMIDT, R. (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen. - Linzer biol. Beitr. 7/2, 225-247.

SCHNEIDER, R. (1974): Vergleich der Bohrmethoden Hiller und Livingstone. - Pollen et Spores 16/4, 489-492.

TRALAU, H. (1963): The recent and fossile distribution of some boreal and arctic montane plants in Europe. - Arkiv Botanik 2/5,3, 533-582.

TRANQUILLINI, W. (1967): Über die physiologischen Ursachen der Wald- und Baumgrenze. - Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 75, 457-487.

USINGER, H. (1975): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein. - Mitt. Arbeitsgemeinschaft Geobot. Schleswig-Holstein, Hamburg 25.

WEINBERGER, L. (1955): Exkursion durch das österr. Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irrsee- und Atterseezweige des Traungletschers. - Verh. Geol. B.-A. Wien, Sonderheft D: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich, 7-34.

WELTEN, M. (1950): Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. - Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 1949.

- (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel 26, 1-135.

- (1958): Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel 34, 150-158.

- (1967): Ein Brachsenkraut, Isoëtes setacea Lam., fossil im schweizerischen Molasseland - Diskussionsbeitrag zu den Begriffen des Areals und historischen Elements. - Bot. Jahrb. 86/1-4, 527-536.

- (1972): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. - Verlauf, Floristisches, Chronologisches. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 69-74.

WICHE, K. (1963): Spätglaziale Eisrandbildungen am Wolfgangsee (Salzkammergut). - Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark 93, 120-129.

ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 83/2, 45-156.

ZOLLER, H., SCHINDLER, C., & H. RÖTHLISBERGER (1966): Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. - Verh. Nat. Ges. Basel 77/2, 97-164.

ZOLLER, H. & H. KLEIBER (1971): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. - Verh. Nat. Ges. Basel 81/1, 90-154.

ZOLLER, H., MÜLLER, H.-J. & H. KLEIBER (1972): Zur Grenze Pleistozän/Holozän in den östlichen Schweizer Alpen. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 59-68.